

福井県三国地域の海浜砂の教材化と小学生を対象とした教育実践

福井大学教育学部 三 好 雅 也

福井大学教育学部 藤 井 純 子

学習者が身近な地質に触れ、興味を持つ契機となる教育手法開発を目指し、著者らは福井県内の砂を題材とした実習を考案した。本実習は、坂井市三国町サンセットビーチの砂鉄に富む海浜砂から、パンニング（椀がけ）によって砂鉄を分離するという内容である。この実習を、児童館において計102名の小学生を対象に実施した。参加者への事後アンケート調査結果は、本実習を通じ、多くの児童がパンニング作業を楽しみ、身近な自然に興味を持ったことを示した。

キーワード：地学教育、地域地質、海浜砂、福井県、初等教育

1. はじめに

学習者が身近な環境や自らが居住する土地の成り立ちに興味・関心を持ち、理解することは、地域特有の災害や文化の背景を知る上で重要である。そのためには、地域地質を活用した地学教育が必要である。従って、身近な地質素材の教材化およびそれを用いた教育手法の開発は、地学教育の重要課題の一つといえよう。実際、小・中学校学習指導要領（文部科学省、2008a, b）では、理科の地学分野の学習において地域の自然に親しむことが重視されている。

地域の地質素材の活用事例として、砂を題材とした教材開発・教育実践が複数の地域で実施されてきている。例えば、下岡ほか（2012）は、大分県海浜砂を題材とした砂の分離・観察実習プログラムを考案し、小・中学生および大学生を対象に教育実践を行い、周辺地質の学習における一定の教育効果がみとめられたと報告している。土佐ほか（2013）は、利根川の河川砂のプレパラート作成・双眼実体顕微鏡観察実習を中学生に対して行い、身近な自然に対する生徒らの興味を引き出したと報告している。また、福田・神田（2009）は、和歌山県の生物遺骸を多量に含む海浜砂を教材とした小学校6年生対象の双眼実体顕微鏡観察実習を行い、児童らが身近な自然に親しみ、愛着を持つことに一定の効果を得たと述べている。以上のように、地域の砂の教材化およびそれを用いた授業実践は、学習者の地域地質に対する興味・関心を引き出す上で効果を有することを示している。

福井県においては、三好・藤井（2015）が県内の海浜礫を用いた教材開発・教育実践（礫の岩種鑑定）を行い、地域地質の成り立ちについて多くの児童が興味・関心を示すようになったと報告している。一方、県内の河川・海浜砂を活用した教育実践事例はこれまでにほとんど報告されていない。そこで著者らは、福井県内の海浜砂を題材とした教育手法の開発に取り組んだ。海浜砂は

複数の流域から供給されるため、後背地地質の推定は困難な場合がある。しかし、その砂浜特有の鉱物種の採集実習等を行うことで、学習者の身近な自然に対する興味を引き出せる可能性がある。また、海浜砂は河川砂に比べて泥質分をほとんど含まないために、洗浄等の試料準備の過程が少ないという利点がある。著者らは今回、特徴的に砂鉄を多く含む三国サンセットビーチ（福井県坂井市）の海浜砂を対象とし、パンニング（椀がけ）による砂鉄分離実習を考案した。将来的に学校の室内実習に組み込むことを念頭に置き、今回は児童館の科学イベントにおいて小学生を対象に教育実践を行い、教育効果を調べた。

2. 教材および実習内容

2-1. 三国サンセットビーチの砂

福井県坂井市三国町サンセットビーチの砂には、特徴的に砂鉄が多く含まれる。砂浜表層には砂鉄濃集部分が複数箇所みとめられる（図1A）。砂浜の断面をみると、砂と砂鉄が互層を成していることが確認できる（図1B）。砂浜の全体的な砂の粒度は細粒砂であるが、比重が大きい砂鉄の粒度は極細粒砂である。

三国サンセットビーチの位置は、九頭竜川河口にほぼ隣接しているため、海浜砂は九頭竜川によって供給されている可能性があるが、砂鉄の給源となっている岩石については不明である。福井県地質図（福井県、2010）によると、三国サンセットビーチ周辺には新第三紀火山岩類が広く分布し、九頭竜川上流部には花崗岩および閃緑岩が分布する。これら火成岩が、砂鉄を構成する鉄チタン酸化鉱物（磁鉄鉱・チタン磁鉄鉱・赤鉄鉱など）の給源候補として挙げられる。

2-2. パンニング（椀がけ）の概要

パンニングに用いた主な物品は、時計皿（直径90



図1. (A) 三国サンセットビーチの砂鉄濃集部 (白矢印). (B) 砂浜の断面にみられる砂と砂鉄の互層 (白矢印が砂鉄層).

mm), 砂鉄回収用アルミカップ (弁当用) とプラスチック容器 (外径 75 mm, 深さ 38 mm), コンテナケース (380 × 580 × 140 mm), ホットプレートとフライ返し (砂鉄乾燥用) である (図 1). 時計皿は表面が滑らかで縁がなく, 透明であるために今回の砂と砂鉄の分離作業に適している. ただし時計皿はガラス製であるため, 今回のように対象が小学生である場合には破損による怪我等に十分注意する必要がある. コンテナケース一個につき, 小学生であれば 3 人程度, 大人であれば 2 人程度がパンニングを行うことが可能である.

パンニングに際し, コンテナケースに 1 ~ 2 kg 程度の砂と 8 ~ 10 L 程度の水を入れる. まず, コンテナケースの底にある砂を少量 (50 ~ 100 g 程度) 時計皿の上に乘せ, 水中で小刻みに揺らす (図 2A). この動作によ

り, 比重の大きい砂鉄が時計皿の底に集まる. 時計皿を持ち上げて下から見ると, 底に砂鉄が集まっていることを確認できる. 次に, 水中で円を描くように時計皿を大きく動かす. この時, 砂は水に流れられ全体的に時計皿の縁の方へ移動する (図 2B). この動作を継続することにより, 比重の小さい砂粒は流れ去り, 時計皿の底に溜まっていた砂鉄の大部分は流されることなく残る (図 2C から D へと変化する).

2-3. 砂粒の比重の差を実感するための教材

先述のとおり, パンニングは砂に含まれる鉱物の比重の差を利用した選別方法である. パンニングの原理について理解するためには, 比重や密度の知識が必要となる. 比重や密度の学習時期は中学校以降であるため, 実践対

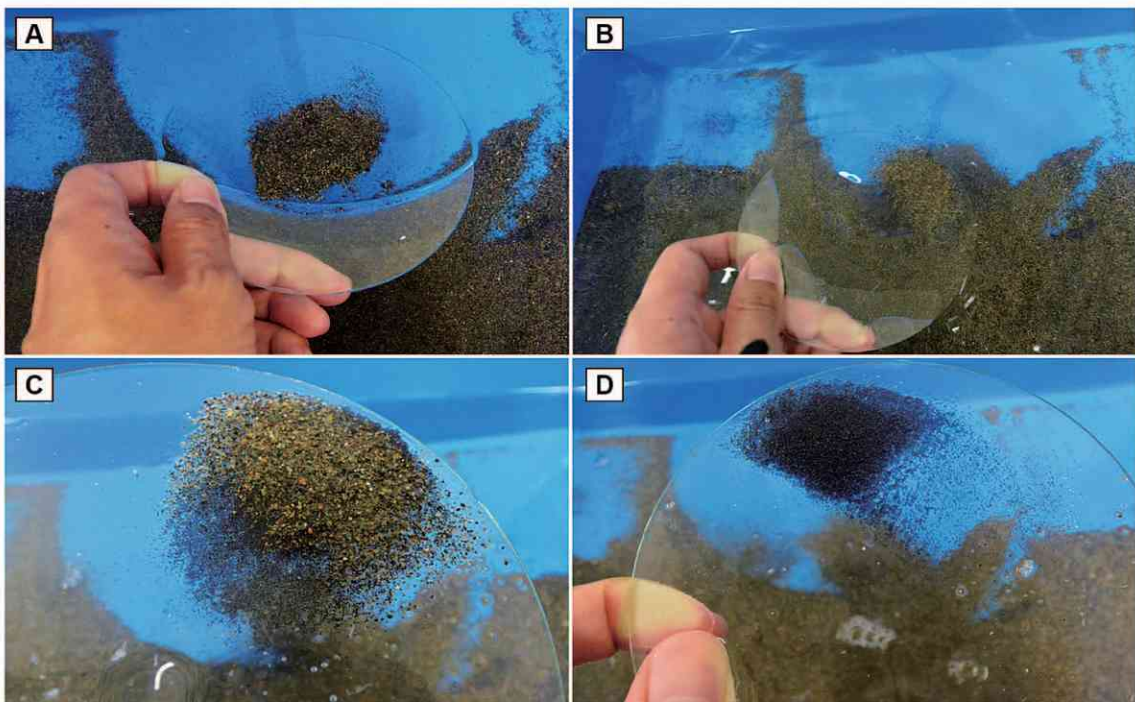


図2. 時計皿を用いたパンニング. (A) 水中で時計皿を小刻みに振動させ砂鉄を底に集める. (B) 大きく時計皿を動かし比重の小さい砂粒を流す. (C) パンニング初期の砂. (D) パンニングによって分離された砂鉄.

象である小学生にパンニングの仕組みを説明する際には、比重や密度という用語を用いない工夫が必要となる。そこで著者らは、350 mLの空のペットボトルを2本用意し、それぞれを石英・長石に富む砂（福井県敦賀半島の海浜砂）と砂鉄（三国サンセットビーチの砂から磁気分離したもの）で満たし、「重量持ち比べ教材」を作成した（図3）。本教材用ペットボトルには、内部の砂の観察が容易となるよう、丸底で凹凸の少ないものを採用した。前者・後者の質量は、それぞれ約510 g・約790 gであり、2本を持ち比べると砂鉄の方が明らかに重い。これらの持ち比べにより、砂鉄の比重は通常の砂（石英・長石に富む砂）よりも大きいということを児童らが感覚的に理解するというのがねらいである。著者らの教育実践（後述）は、パンニング実習後に「分離した黒い砂粒の正体は実は砂鉄である」と伝える流れであったため、2本のペットボトルにはそれぞれ「すな」、「くろいすな」と書いたラベルを貼付した（図3）。



図3. 砂の重量持ち比べ教材。（左）石英・長石に富む砂。（右）砂から磁気分離した砂鉄。

3. 「青少年のための科学の祭典」における教育実践

青少年のための科学の祭典は、公益財団法人日本科学技術振興財団が主催する全国的な理科教育イベントであり、主な対象は未就学児～高校生である。著者らは、青少年のための科学の祭典 2015 福井大会（開催場所：福井県児童科学館「エンゼルランドふくい」）にて教育実践を行った。出展題目は、「黒く光る砂つぶのふしぎ」である。本大会の総出展数は56であり、著者らが出展した「空と大地のふしぎ」群の出展数は5であった（「青少年のための科学の祭典 2015 福井大会」実行委員会、2015）。本大会の開催期間は、11月21日（土）～23日（月）の3日間であり、著者らはそれらのうち11月21日（土）・22日（日）の2日間に出席した。当出展ブースの補助スタッフとして、11月21日に10名、22日に11名の学生が参加した。我々の出展ブースへの参加者は2日間で百数十名であり、そのうち102名が小学生であった（その他は未就学児および中学生）。

出展タイトルを「砂鉄集め」等ではなく「黒く光る砂

つぶのふしぎ」とした理由は、タイトルを見た参加者が「なんだ、砂鉄か」と興味を失ってしまうことを防ぐためである。また、「黒い砂の正体は何だろう」と参加者の興味・関心を高めることがねらいである。

大まかな流れを表1に示す。まず5～10名の参加者を作業テーブル周辺に集め、三国サンセットビーチには黒っぽくなっている部分があること、その部分は汚れては黒い砂粒が集まっている部分であることを、写真を見せながら説明した。さらに、黒い砂粒が金属光沢をもつ鉱物であるということを、実体顕微鏡写真を見せながら説明した。そして参加者に砂と砂鉄が入った二本のペットボトル（図3）を持ち比べてもらい、黒い砂が普通の砂よりも重いことを実感してもらった。この重さの違いを利用して砂の中から黒い砂粒だけを取り出す旨を説明し、予め作業テーブル上に準備しておいたコンテナケースの蓋を取り外した。この段階までコンテナケースに蓋をしていた理由は、参加者が水遊び等をして注意力が散漫になり説明を聞き逃すことを防ぐためである。パンニングの手順については実演を交えながら示した（図4A）。その後、アルミカップ付きプラスチック容器と時計皿をセットにして参加者に手渡し、アルミカップの中に黒い砂を集めるよう指示した（図4B）。この時、時計皿がガラス製であるため、他者との衝突事故に十分注意するように参加者に伝えた。パンニング作業がうまく進まない参加者には補助スタッフが付き添い、助言・補助をするようにした。開始後5～15分を目安に、参加者から砂鉄の入ったアルミカップ付きプラスチック容器を回収した。アルミカップの底が見えなくなる程度に砂鉄を集められていれば十分と判断した。回収した砂鉄はアルミカップと一緒にホットプレートで加熱乾燥させた。乾燥時間を短縮させるため、アルミカップを上げてその上に砂鉄を挟む形でアルミ箔を重ね、フライ返しでホットプレートに押し付けて加熱した。この作業による乾燥時間はおよそ5～10分間であった（砂鉄の量が多い程乾燥時間が長くなる）。乾燥を待つ間、児童らには砂鉄と砂の重量を電子天秤（キッチンスケール）で量ってもらったり、双眼実体顕微鏡で砂鉄を観察してもらったりした。乾燥後は砂鉄をガラス瓶（6 mL）に入れ、ピンマグネットとセットにして参加者に手渡した。黒い砂が磁石に付く性質を有することを示し、それが「砂鉄」であることを伝えた。さらに、三国サンセットビーチの黒い部分には砂鉄が濃集しており、それは海の波によってパンニングのような作用が働いているためであると説明した。上記が1回分の内容（約25分間）であり、11月21日に8回（11時30分～16時）、11月22日に11回（10時～16時）実施した。

上記約25分間の作業終了後、小学生を対象として事後アンケート調査（図5）を実施し、今回の教育実践が児童らの身近な自然に対する興味・関心にどのように影響したのかを調査した。

表1. 「黒く光る砂つぶのふしぎ」の大まかな流れ

時間経過	講師・補助スタッフの活動（それぞれ○・●で示す）	参加者の活動
開始	○以下の内容を説明： 「三国サンセットビーチへ行って砂浜をよく見ると、所々に黒っぽい色をしている部分が存在する。何かの汚れかと思われがちだが、実はこの部分には黒い砂粒が溜まっている（写真を示しながら）。」 「実体顕微鏡で拡大して観察してみると、黒い砂粒が金属のような光沢を持った鉱物であることがわかる（実体顕微鏡写真を示しながら）。」	作業テーブルの周囲に集まり、講師の説明をきく。
2分	●参加者に砂と砂鉄の入った2本のペットボトルを手渡す。 ○以下の内容を説明： 「同じ大きさのペットボトルに入った普通の砂と黒い砂を持ち比べてみよう。黒い砂は普通の砂よりも重いことがよくわかる。」	2本のペットボトルを受け取り持ち比べる。 講師の説明をきく。
4分	○以下の内容を説明： 「この重さの違いを利用して、砂の中から黒い砂粒のみを集めよう。」 「椀がけという方法で黒い砂粒のみを集めてみよう。」 ○実演によって椀がけの方法を説明。	講師の説明をきく。
5分	○作業開始を指示。また、以下の注意事項を伝える： 「時計皿はガラス製なので、床に落とさないように水槽の中で使うこと。」 「激しく動かして隣の人の時計皿とぶつけないように気を付けること。」 ●参加者一人につき一個ずつ時計皿と砂回収用のアルミカップ入りプラスチック容器を配布する。 ○●参加者がうまく椀がけ作業ができていない場合は助言・補助をする。	講師の注意事項をきく。 時計皿とアルミカップ入りプラスチック容器を受け取り、椀がけを開始する。 うまく椀がけ作業ができない場合は講師または補助スタッフに手伝ってもらう。
15分	●アルミカップの底が見えなくなる程度に砂鉄が集まっていたら、参加者から時計皿とプラスチック容器を回収する。砂鉄の入ったアルミカップをプラスチック容器から取り出し、ホットプレートで乾燥させる。 砂鉄乾燥中、参加者に以下の体験をしてもらう： 「実体顕微鏡で砂鉄を観察する」 「キッチンスケールで海浜砂と砂鉄の重量を比べる」 ○実体顕微鏡の使い方を説明する。 ●海浜砂と砂鉄の重量比べ体験の補助をする。	アルミカップの底が見えなくなる程度に砂鉄が集められたら補助スタッフに時計皿とプラスチック容器を手渡す。 砂鉄の乾燥を待つ間に、実体顕微鏡や砂の重さ比べなどを体験する。
20分	○●砂鉄が乾燥し、十分に冷めたら砂鉄をサンプル管瓶に入れ、ピンマグネットを付けて参加者に手渡す。	砂鉄の入った瓶とピンマグネットを受け取って持ち帰る。

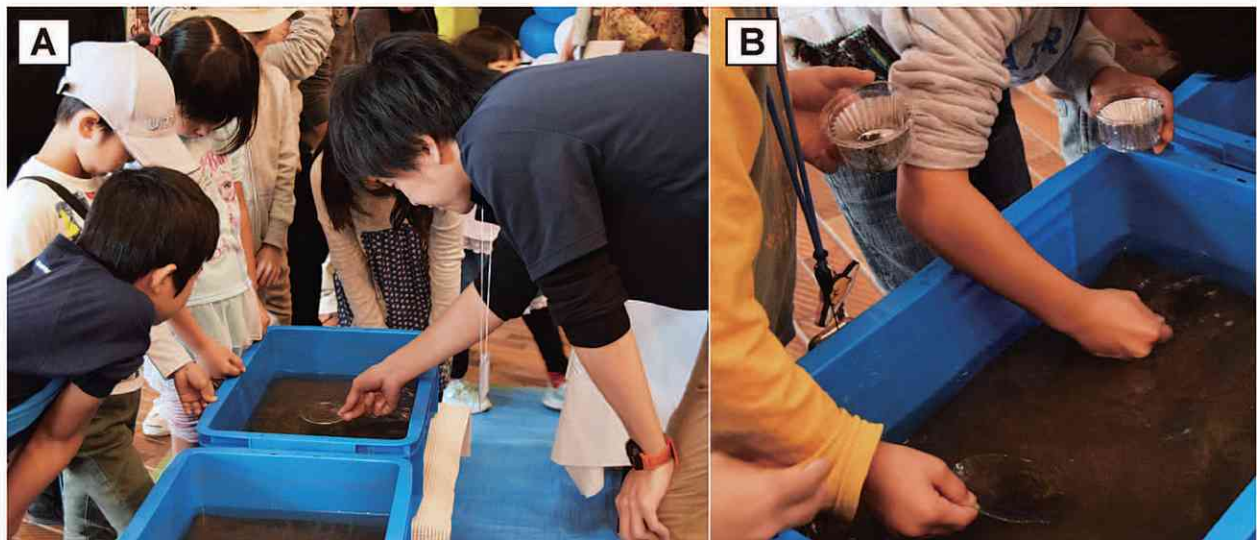


図4. 青少年のための科学の祭典2015福井大会における「黒く光る砂つぶのふしぎ」の様子。(A) パンニングの方法について実演する講師。(B) 分離した砂鉄をアルミカップ付きプラスチック容器に集める参加者。

くろ ひか すな かん
「黒く光る砂つぶのふしぎ」に関するアンケート

まよう は 私 たちのブースに来ていただきありがとうございました。みなさんの反応を知りたいので、アンケートにお答えください。よろしくお願いします。

がくねん おし しやうがっこう ちゆうがっこう ねんせい
学年を教えてください：（小学校・中学校）（1・2・3・4・5・6）年生

以下、当てはまるものに○をつけてください。

1. パンニング（挽がけ）は簡単でしたか？むずかしかったですか？

A. 簡単だった B. まあまあ簡単だった C. ややむずかしかった D. とてもむずかしかった

2. パンニングで黒い砂（砂鉄）を集める作業は、いかがでしたか？

A. 楽しかった B. まあまあ楽しかった C. 少しつまらなかった D. つまらなかった

3. どうして黒い砂（砂鉄）だけが時計皿（ガラスの皿）に残るのか、わかりましたか？

A. よくわかった B. まあまあわかった C. あまりわからなかった D. 全くわからなかった

4. 砂浜の砂から砂鉄がとれることを知って、どう思いましたか？（いくつ選んでも OK）

A. おもしろい B. おどろいた C. 不思議 D. 知っていた E. とくに何も思わない
F. その他（ ）

5. 今回の体験で、砂などの身近な自然に興味がありましたか？（おもしろいと感じましたか？）

A. 興味がわいた B. 少し興味がわいた C. あまり興味がわかなかった D. 全く興味がわかなかった
E. その他（ ）

6. その他、感想などを自由に書いてください。

ご協力ありがとうございました。今後の教材開発の参考にさせていただきます。

三好雅也（福井大学地学教室）

図5. アンケート調査用紙.

4. 結果

4-1. 作業中の参加者の様子

参加した小学生の大部分は保護者同伴であり、低学年児童の多くは保護者の補助を受けながらパンニング作業に取り組んでいた。一方、中・高学年児童は独立してパンニング作業に取り組む姿が多くみられた。最初は上手く砂鉄を集められなかった児童でも、開始後15分までにはパンニング作業のコツを掴む者が多かった。そのため、作業の困難さを理由にスタッフに補助を求める児童

は少数であった。「本当に黒い砂だけ残る」や「黒い砂はキラキラしている」などの声があり、楽しみながらパンニング作業を行う様子が伺えた。

4-2. アンケート調査結果

11月21日（土）・22日（日）の二日間で、計102名からアンケートの回答が得られた。回答者の学年の内訳は、小学1年生20名、2年生25名、3年生23名、4年生17名、5年生10名、6年生7名である。

学年別のアンケート調査結果を図6に示す。小学6年生、5年生の回答者は比較的少数であったため、両者の回答結果を合わせ「5, 6年生」のデータとして示す。Q1. パンニング（椀がけ）は簡単でしたか？むずかしかったですか？という問いに対し、大部分の児童が「簡単だった・まあまあ簡単だった」と答えた（1年生：80%；2年生：84%；3年生：87%；4年生：82%；5・6年生：89%）。「とてもむずかしかった」と答えた児童は、2年生の8%、3年生の9%である。Q2. パンニングで黒い砂（砂鉄）を集める作業は、いかがでしたか？という問いに対し、全ての児童が「楽しかった」と答えた。Q3. どうして黒い砂（砂鉄）だけが時計皿に残るのか、わかりましたか？という問いに対し、大部分の児童が「よくわかった・まあまあわかった」と答えた（1年生：95%；2年生：96%；3年生：82%；4年生：100%；5・6年生：94%）。Q4. 砂浜の砂から砂鉄がとれることを知って、どう思いましたか？という問いに対し、ほとんど全ての児童が「おもしろい・おどろいた・不思議」という興味・関心を示す回答をした。2年生の2%（1名）と4年生の7%（2名）が「知っていた」と答えた。

Q5. 今回の体験で、砂などの身近な自然に興味がありましたか（おもしろいと感じましたか）？という問いに対し、全ての児童が「興味があった・少し興味があった」と回答した。Q6は、感想などの自由記述欄である。児童らから得られた感想を表2に示す（「たのしかった・びっくりした」などの一言だけのものを除く）。概ね肯定的であり、低学年では砂鉄集め自体に楽しみを見出したという感想が多く、中・高学年では仕組みの理解や新発見に喜びを感じた旨の感想が多い傾向がある。51件

中、「砂鉄」について書かれた感想が21件、砂と砂鉄の重さの違いについて言及されたものが4件であった。

5. 考察

事後アンケート調査結果（図6）に基づき、三国サンセットビーチの砂を用いた教育実践（パンニング実習）の効果について考察する。

Q1, 2では、パンニングの作業難易度と楽しさについて児童らが持った印象を調査した。Q1の結果から、学年を問わず大部分の児童がパンニングを問題なく行うことができたことがわかる。著者らは当初、低学年ほど困難、高学年ほど簡単という回答結果になると予想したが、予想とは大きく異なる結果となった。困難と感じた児童は全学年に少数名みとめられたが、Q2では全児童が「楽しかった」と答えていることから、困難を感じながらも、楽しんで作業に取り組めたことがうかがえる。

Q3はパンニングの仕組みに関する問いである。この問いに関しても、学年に関係なく大部分の児童が「わかった」と答えた。先述したとおり、パンニングの仕組みの理解には比重や密度の知識が必要であるが、小学生にとっては未習事項である。それにもかかわらず大部分の児童が「わかった」と答えた事実は、児童らがパンニングの仕組みを感覚的に理解する上で、「砂と砂鉄の重量持ち比べ」（図3）が大きな役割を果たしたことを示唆している。

Q4は、砂鉄が海浜砂に含まれることを知った際の率直な感想を問う設問である。Q6の自由記述欄には「砂鉄」という用語は複数みとめられたが、Q4で「知っていた」と答えた児童はごく少数であり、大部分の児童が「おも

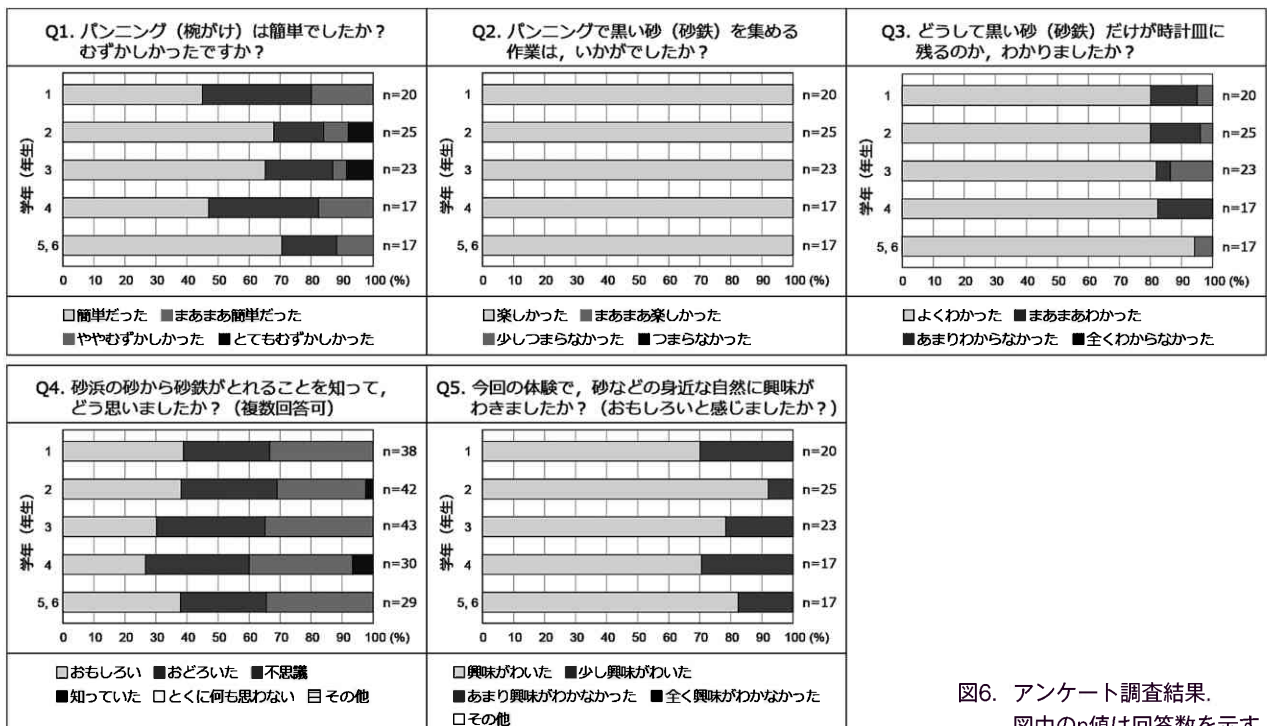


図6. アンケート調査結果。

図中のn値は回答数を示す。

しろい・おどろいた・不思議」と答えている。この結果は、複数の児童が砂鉄については知っているものの、それが砂浜の砂に含まれることは知らなかったということを示している。Q5では全ての児童が身近な自然に興味があった（または、少し興味があった）と回答しており、この結果はQ4の結果（図6）と密接に関連していると考えられる。Q6の自由記述欄において「三国の砂浜の砂に砂鉄が含まれていて驚いた」「砂鉄をもっと集めたい」という旨の感想が複数みとめられることや、Q4、5の肯定的な回答結果（図6）は、パンニングによる砂鉄採集が、児童らが身近な自然に興味を持つ契機となりうることを示している。

6. まとめ

児童らが身近な地質に触れ、興味を持つことを目的として、福井県三国地域の海浜砂の教材化およびそれを用いた科学イベント「青少年のための科学の祭典2015 福井大会」における教育実践を行った。事後アンケート調査結果は、海浜砂を用いたパンニング実習を通じ、多くの児童が身近な自然に対して興味を持つようになったことを示した。

今回は科学イベントにおける実践であったが、事後アンケート調査結果から、パンニングによる砂鉄分離は学年を問わずほぼ全ての参加児童が楽しみながら取り組むことが可能な実習内容であることが示された。従って、本実習は小学校授業においても実施できる可能性があるといえよう。小学校授業に組み込むことができたならば、より多くの児童らが地域地質に触れる機会を得ることに繋がるため、意義深いと考えられる。このことについては今後の課題である。

謝 辞

本研究は、2014～2015年度科学研究費補助金若手研究B「地域地質データベースを用いた地学教育手法の開発」（研究代表者：三好雅也）および同年度科学研究費補助金基盤研究C「石ころを用いた地学教材の開発と実践」（研究代表者：藤井純子）の一環として実施された。

研究を進めるにあたり、福井県安全環境部自然環境課の田中佑樹氏には、国定公園の土石採取許可申請手続きの際にお世話になった。福井大学教育学部地学教室の山本博文教授には、教材開発を行うにあたり終始激励を賜った。当時本学学生であった小林暉氏、山口和真氏、塚本明香氏、本多翔氏、加藤千理氏、現在学生である内山田朋弥氏、長谷川ゆりの氏、堀江麻美氏、武田樹氏、小形美紀氏、藤井晶子氏には、準備段階（海浜砂の採取等）から科学イベント当日（補助スタッフ）まで幅広い内容の作業についてご協力いただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 福田修武・神田光史（2009）生物遺骸を豊富に含む海砂の教材化とその指導例—和歌山県東牟婁郡串本町における海砂を中心として—、和歌山県教育センター学びの丘研究紀要，平成21年度研究紀要，1—10。
- 福井県（2010）福井県地質図及び同説明書（2010年版）。（財）福井県建設技術公社，173p。
- 三好雅也・藤井純子（2015）地域地質素材を活用した初等教育教材の開発：福井県の石ころ観察。福井大学教育実践研究，40，17—24。
- 文部科学省（2008a）小学校学習指導要領解説理科編。大日本図書，105p。
- 文部科学省（2008b）中学校学習指導要領解説理科編。大日本図書，149p。
- 「青少年のための科学の祭典2015 福井大会」実行委員会（2015）「青少年のための科学の祭典2015 福井大会」ガイドブック，71p。
- 下岡順直・三好雅也・山本順司・三好まどか・竹村恵二（2012）海浜砂の多種選別分析法による後背地地質推定プログラム。地学教育，65，51—61。
- 土佐純一・白井輝・吉川和男（2013）河川砂の教材化とその実践例—特にプレパレート作成法の工夫について—。群馬大学教育実践研究，30，1—8。

Geoscience teaching for elementary school students using beach sand from Mikuni coastal area, Fukui prefecture, Japan.

Masaya MIYOSHI and Junko FUJII

Keywords : Geoscience education, Regional geology, Beach sand, Fukui prefecture, Elementary school education